4M

УДК 004.89:004.93

К.В. Мурыгин
Институт проблем искусственного интеллекта МОН Украины и НАН Украины, г. Донецк
kir@iai.donetsk.ua

Применение МКВ-классификатора для распознавания символов автомобильных номеров

В статье предлагается решение задачи распознавания символов автомобильных номерных знаков на основе ранее предложенного МКВ-классификатора и алгоритма его получения с использованием обучающего набора. Объединение 8 свойств в виде МКВ-классификатора позволило получить качество распознавания в среднем по всем классам принятого алфавита – 95% и увеличить скорость выполнения операции классификации по сравнению с методом сопоставления с эталоном более чем в 10 раз. Низкая вычислительная сложность в сочетании с высокой эффективностью работы классификатора позволяет использовать его для решения широкого круга прикладных задач распознавания изображений.

Введение

Распознавание символов автомобильного номера является последним этапом в решении задачи автоматического распознавания автомобильных номеров. На вход алгоритма распознавания символов поступают изображения символов номерного знака, для определения положения которых используются результаты решения задач обнаружения автомобильного номера [1], нормализации изображения номерного знака, сегментации символов автомобильного номера [2].

Для решения задачи распознавания символов используются различные методы классификации, начиная от сопоставления с эталоном и заканчивая сопоставлением векторных представлений символов, полученных в ходе предварительной обработки их изображений.

Как показали предварительные исследования [3], метод сопоставления с эталоном позволяет добиться удовлетворительных показателей качества классификации при условии правильного выбора шаблонов и метода их сопоставления с изображением. В то же время следует отметить два важных его недостатка: высокая вычислительная сложность – для получения результата необходимо выполнить сопоставление изображения символа с шаблонами всего алфавита классов; сложность учета возможных вариаций изображений символа одного класса, которые могут быть достаточно существенны, что обусловлено различиями в ракурсе съемки, освещении и неточностями алгоритма автоматической сегментации. Последний недостаток может быть устранен в рамках метода сопоставления с эталоном за счет расширения числа шаблонов для каждого класса или при переходе в пространство главных компонент, что в свою очередь еще в большей степени увеличит вычислительную сложность метода.

В статье [4] предлагается алгоритм построения МКВ-классификатора, основанного на объединении бинарных свойств, позволяющего решать как двухклассовую, так и многоклассовую задачи классификации. Результирующий классификатор допускает представление в виде дерева решений, что увеличивает вычислительную эффективность

процесса классификации, а также позволяет учесть внутриклассовую изменчивость объектов распознавания за счет полного описания расположения обучающих объектов в вершинах, порождаемого набором бинарных свойств, многомерного гиперкуба.

Целью данной работы является разработка и реализация метода классификации символов автомобильного номерного знака на основе МКВ-классификатора.

Обучение МКВ-классификатора для распознавания символов автомобильного номера

Обучение МКВ-классификатора для задачи распознавания символов автомобильного номерного знака было выполнено согласно алгоритму, предложенному в [4]. В качестве модельной задачи использовалась задача распознавания цифр. Исходные данные для обучения и тестирования представляли собой изображения цифр, полученные путем автоматической сегментации символов на номере (рис. 1).

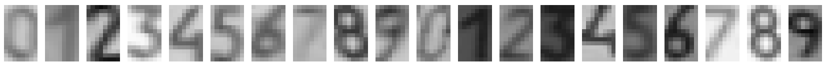


Рисунок 1 – Примеры изображений символов обучающего и тестового наборов

Общее количество изображений цифр равнялось 4300, среди которых каждая из цифр встречалась приблизительно с одинаковой частотой. Случайным образом наборы изображений каждой цифры были разделены на равные части, одна из которых использовалась для обучения, вторая – для тестирования обученного МКВ-классификатора.

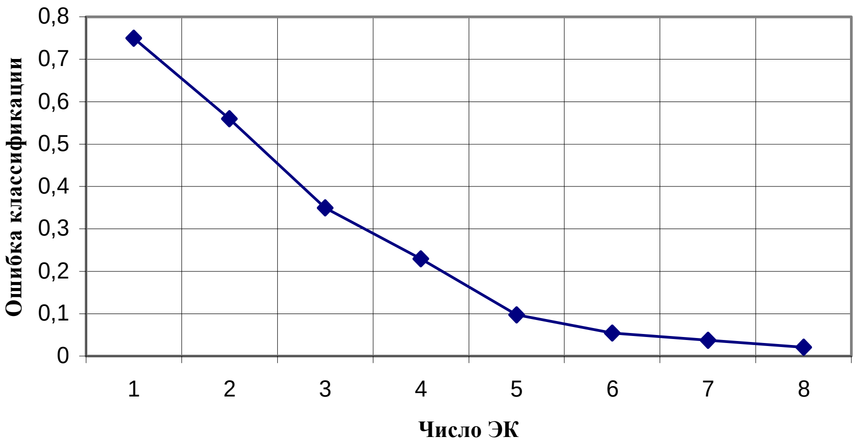


Рисунок 2 – Зависимость ошибки от числа свойств, полученная в процессе обучения

В ходе обучения был построен древовидный МКВ-классификатор, использующий прямоугольные свойства, аналогичные используемым в [4]. Число свойств равнялось 8. Свойства комбинировались до достижения средней ошибки по всем классам менее 0,01. Зависимость ошибки от числа свойств, полученная в ходе обучения, приведена на рис. 2.

После обучения число вершин куба, в которые попадали обучающие объекты и которые получили атрибут класса, было равно 136 (из 256). При тестировании классификатора на обучающем наборе была получена следующая матрица принимаемых решений.

В табл. 1 приведены относительные частоты принятия соответствующих решений. Строкам соответствуют классы, подаваемые на вход классификатора, столбцам – принятые решения. Диагональные элементы соответствуют относительным частотам принятия правильных классифицирующих решений.

Таблица 1 – Матрица принятых классификатором решений на обучающем наборе

Классы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	**0,99**	0	0	0,005	0	0	0	0	0,005
2	0	0	**0,986**	0	0	0	0,005	0,009	0	0
3	0	0	0,005	**0,976**	0	0,005	0	0,015	0	0
4	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0,005	0	**0,995**	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0,006	0	**0,994**	0	0	0
7	0,004	0	0,004	0	0	0	0	**0,991**	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0,009	0	**0,991**	0
9	0	0,005	0	0	0	0,01	0	0	0,01	**0,976**

Тестирование полученного МКВ-классификатора для распознавания символов автомобильного номера

Для тестирования полученного классификатора использовался тестовый набор изображений символов автомобильного номера, не пересекающийся с обучающим набором. В табл. 2 приведена матрица принятых решений, полученная в ходе проведенного тестирования.

Таблица 2 – Матрица принятых классификатором решений на тестовом наборе

Классы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	**0,988**	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0,003	0
1	0,029	**0,951**	0	0,005	0,005	0,005	0	0	0	0,005
2	0,019	0	**0,92**	0,005	0	0	0,009	0,042	0,005	0
3	0,024	0,005	0,005	**0,941**	0	0,01	0	0,015	0	0
4	0,016	0,005	0	0	**0,974**	0	0	0	0,005	0
5	0,014	0	0	0,024	0,005	**0,948**	0	0	0,009	0
6	0,025	0	0	0	0,019	0	**0,944**	0	0,012	0
7	0,018	0,018	0,004	0,009	0	0	0	**0,952**	0	0
8	0,026	0	0	0,009	0	0,018	0,004	0	**0,939**	0,004
9	0	0,024	0	0	0	0,019	0	0	0,01	**0,947**

Приведенные в табл. 1 и 2 результаты говорят о достижении в ходе обучения высокой эффективности предложенного классификатора и достаточно высокие характеристики обобщения классовых особенностей по обучающему набору. Использование восьми свойств позволило получить процент правильного распознавания в среднем по всем классам – 0,95.

Выводы

Рассмотренный в статье подход к решению задачи распознавания символов автомобильного номера показал возможность успешного его применения в реальных системах автоматического определения номерных знаков автомобилей на основе анализа визуальной информации. Объединение 8 свойств в виде МКВ-классификатора позволило получить качество распознавания в среднем по всем классам принятого алфавита – 95% и увеличить скорость выполнения операции классификации по сравнению с методом сопоставления с эталоном более чем в 10 раз. Низкая вычислительная сложность в сочетании с высокой эффективностью работы классификатора позволяет использовать его для решения широкого круга прикладных задач распознавания изображений.

Литература

1. Мурыгин К.В. Обнаружение автомобильных номеров на основе смешанного каскада классификаторов / К.В. Мурыгин // Искусственный интеллект. – 2010. – № 2. – С. 147-152.
2. Мурыгин К.В. Нормализация изображения автомобильного номера и сегментация символов для последующего распознавания / К.В. Мурыгин // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 364-369.
3. Мурыгин К.В. Получение шаблонов для распознавания символов автомобильного номера на основе взвешивания обучающего набора / К.В. Мурыгин // Искусственный интеллект. – 2011. – № 2. – С. 164-170.
4. Мурыгин К.В. Комбинирование бинарных свойств в виде МКВ-классификатора / К.В. Мурыгин // Искусственный интеллект. – 2010. – № 1. – С. 108-113.

Literatura

1. Murygin K.V. Iskusstvennyj intellekt. № 2. 2010. S. 147-152.
2. Murygin K.V. Iskusstvennyj intellekt. № 3. 2010. S. 364-369.
3. Murygin K.V. Iskusstvennyj intellekt. № 2. 2010. S. 164-170.
4. Murygin K.V. Iskusstvennyj intellekt. № 1. 2010. S. 108-113.

К.В. Муригін

Застосування МКВ-класифікаторів для розпізнавання символів автомобільних номерів

У статті пропонується вирішення задачі розпізнавання символів автомобільних номерних знаків на основі раніше запропонованого МКВ-класифікатора й алгоритму його одержання з використанням навчального набору. Об’єднання 8 властивостей у вигляді МКВ-класифікатора дозволило одержати якість розпізнавання в середньому по всіх класах прийнятого алфавіту – 95% і збільшити швидкодію виконання операції класифікації порівняно з методом зіставлення з еталоном більш ніж в 10 разів. Низька обчислювальна складність разом з високою ефективністю роботи класифікатора дозволяє використовувати його для вирішення широкого кола прикладних задач розпізнавання зображень.

K.V. Murygin

Car License Plate Symbols Recognition Based on MKV-Classifier

The paper is devoted to the problem of recognition of car license plate symbols on a basis of MKV-classifier. Association of 8 properties in the form of the MKV- classifier has allowed to receive quality of recognition on the average on all classes of the accepted alphabet – 95%, and to increase speed of performance of operation of classification in comparison with the template matching method more than in 10 times. Low computing complexity in a combination to high overall performance of the classifier allows to use it for the decision of a wide range of applied problems in images recognition area.

Статья поступила в редакцию 20.04.2011.